

Der NGT in seiner finalen Konfiguration in einem fiktiven Bahnhof

Leise, sparsam, schnell – der Zug der Zukunft

Seit 2007 arbeiten neun Institute des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) am klimafreundlichen „Zug der Zukunft“, dem Next Generation Train (NGT). Die DLR-Schienenfahrzeugforscher untersuchen aerodynamische, struktur- und fahrdynamische Eigenschaften von Triebzügen der nächsten Generation. Darüber hinaus spielen Fragen des besseren Komforts für die Reisenden eine Rolle.

Bei gleichbleibender Sicherheit wollen die Forscher die Fahrgeschwindigkeit neuer Züge um 25 % erhöhen und gleichzeitig den spezifischen Energieverbrauch halbieren. Zudem sollen die Lebenszykluskosten, also alle Kosten von der Herstellung bis zur Entsorgung, gesenkt werden. Referenzzug ist ein ICE 3. Wichtig zu wissen: Das DLR baut selbst keine Hochgeschwindigkeitszüge, sondern erforscht die einzelnen Komponenten, die bei künftigen High-Tech-Zügen eine Rolle spielen. Das Projekt läuft bis Ende 2013.

Triebzug

Für den NGT haben die DLR-Forscher die Anforderungen potenzieller Kunden und die vorgeschriebenen europäischen Stan-

dards an einen solchen Zug zusammengefasst. Basierend darauf beschreibt das DLR seine Vorstellungen von einem möglichen Produkt.

Im Vordergrund steht eine hohe betriebliche Flexibilität. Um zum Beispiel defekte Waggons schnell austauschen zu können, wird das Einzelwagenprinzip umgesetzt. Das heißt, jeder Waggon ist einzeln fahrfähig. Das hat erhebliche Vorteile für Zugbildung und Wartung. Aus acht Mittelwagen und zwei Triebköpfen wird ein über die ganze Länge doppelstöckiger Zug zusammengestellt, der 202 Meter lang ist und bis zu 790 Fahrgästen in zwei Klassen Platz bietet. Über eine optische Kupplung können mehrere dieser Züge miteinander verbunden werden.

Zudem flügelt der NGT „dynamisch“. Das heißt, die Triebzüge können während der Fahrt optisch ge- beziehungsweise entkuppelt werden. Der Verschleiß und die Geräuschentwicklung des Fahrwerks werden durch einen mechatronischen Radsatz mit radial steuerbaren, differenziell angetriebenen Einzelrad-Einzelfahrwerken verringert. Dieser Radsatz steuert die Radscheiben aktiv in die Kurve, wobei die Räder auf beiden Seiten des Radsatzes unterschiedlich schnell gedreht und damit gesteuert werden können.

Fahrgastfluss

Die Doppelstockwaggons sind auf beiden Ebenen durchgängig. Die Fahrgäste können auf beiden Ebenen ein- und aussteigen.

Dadurch entfallen die Treppen. Das Gepäck wird mithilfe einer Gepäckanlage separat im Triebkopf verstaut. Um die Fahrgastwechselzeiten zu reduzieren, haben die NGT-Forscher auf Basis von Fahrgastflussberechnungen aus dem Flughafenwesen ein staufreies Türkonzept und die Inneneinrichtung der Waggon festgelegt.

Antrieb

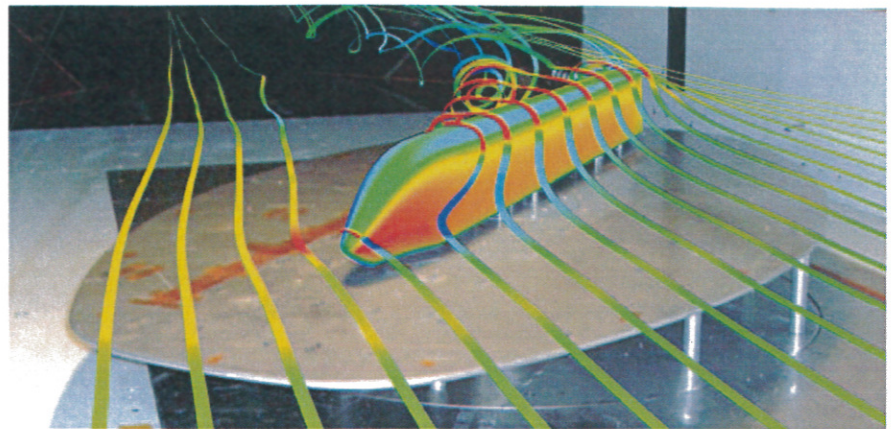
Die Energieversorgung des NGT ist in den Fahrweg integriert. Dadurch kann die wartungsintensive Oberleitung mit Kettenwerk entfallen. Das Antriebskonzept sieht demgemäß eine über die gesamte Länge des Zugs verteilte, berührungslose Stromaufnahme aus dem Schienenweg vor. Auf der Fahrzeugseite entfällt daher der geräuschvolle, stark verschleißende Stromabnehmer. Die Triebköpfe des NGT stellen etwa 50 % der Antriebsleistung von etwa 18 Megawatt zur Verfügung. Die restliche Antriebsleistung wird durch hochintegrierte Radmotoren der Einzelrad-Einzelfahrwerke erbracht. Die Beschleunigung des Triebzugs ist dadurch überdurchschnittlich gut. Der doppelstöckige Hochgeschwindigkeitstriebzug ist fahrplanmäßig mit Tempo 400 unterwegs und wird für 440 km/h zugelassen.

Bremsen

Das NGT-Bremskonzept sieht den geschwindigkeitsabhängigen Einsatz verschiedener Bremsen vor. Es wird prinzipiell mit Fahrerassistenz vorausschauend und auf „Ausrollen“ gefahren. Sollte dies nicht ausreichen, wird bei hohen Geschwindigkeiten zusätzlich aerodynamisch und generatorisch gebremst. Beim generatorischen Bremsen läuft der Motor als Generator weiter und erzeugt Strom, der entweder zurückgespeist, an Bord verbraucht oder gespeichert wird. Bei niedrigen Geschwindigkeiten werden Magnetbremsen und zuletzt auch mechanische Bremsen eingesetzt. Der betriebliche Bremsweg kann so auf 10 km reduziert werden. Das ist im Vergleich zum ICE 3 mit 4 km Bremsweg immer noch viel. Eine weitere Verkürzung des Bremswegs ist technisch möglich.

Bauweisen und Fügetechnik

Beim Triebzugkonzept arbeiten die DLR-Wissenschaftler mit einer Mischform aus integralen und modularen Bestandteilen: Leichtbauweisen und Fügetechnik beeinflussen das Konzept maßgeblich. So werden die Wagenkästen auf Metallstrukturen (Blechen, Rohren, Trägern) aufgebaut, die – entsprechend ihrer Belastung – mit unterschiedlichen Kunststoffausfachungen belegt sind. Die beiden Böden des



Berechnete Stromlinien und Druckverteilung am NGT-Modell

Foto: DLR

Wagenkastens haben ebenfalls eine metallische Grundstruktur. Es wird so viel Funktionalität wie möglich in die Wagenkastenstruktur integriert, um das durch den Lichtraum oberhalb der Schiene begrenzte Innenraumvolumen bestmöglich auszunutzen. Die größten Komponenten sind dabei die radial steuerbaren, differenziell angetriebenen Einzelrad-Einzelfahrwerke.

Aerodynamik

Die Kopfzelle des Triebzugs kann durch einen großen Schlankheitsgrad – konkret: eine „spitze Nase“ – reduziert werden. Für den NGT wird ein mittlerer Schlankheitsgrad angesetzt, weil künftig Tunnel auf Hochgeschwindigkeitsstrecken zwar einröhrig, aber mit einem so genannten Einlauftrichter zur kontinuierlichen Luftverdrängung gebaut werden. Die Seitenwindanfälligkeit der leichten NGT-Triebköpfe wird durch aktive Steuerflächen und aerodynamischen Druckausgleich an der Triebkopfnase verringert.

Um diese aerodynamischen Phänomene zu untersuchen, hat das DLR an seinem Standort in Göttingen im Oktober 2010 weltweit einzigartige Windkanäle in Betrieb genommen.

Design

Bei der Entwicklung des NGT-Innenraumkonzepts kooperiert das DLR mit dem ids-Designbüro in Hamburg. Innen- und Außendesign des Zugs werden dabei unter Berücksichtigung der Faktoren „Mensch-Maschine-Schnittstelle“ und Marktakzeptanz/Marktanforderungen aufeinander abgestimmt. Die NGT-Mitarbeiter berücksichtigen dabei Trends und Szenarien in den europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzen und verbinden diese mit Fragen des künftigen Fahrgastkomforts sowie den Erwartungen der Passagiere an Raumempfin-

den, Produktästhetik, Funktionssicherheit und selbsterklärendes Design. Sie haben dabei einen Produktlebenszyklus von 30, 40 und mehr Jahren im Blick.

Für die Innenraumgestaltung entwickeln und demonstrieren die NGT-Forscher des DLR für unterschiedliche Fahrgastgruppen und Reiseansprüche variable und modulare Konzepte. Besondere Schwerpunkte sind der Ein- und Ausstieg als „Visitenkarte“ und die Kabinengestaltung für bewegungseingeschränkte Passagiere, Senioren und den sicheren Transport von Kindern. Insgesamt haben sich die Wissenschaftler in Bezug auf das Wohlfühl der Passagiere besonders auch mit Kabinendruck, Klima, Vibration und Akustik unter Umweltgesichtspunkten beschäftigt.

Zusammenfassung

Der NGT zeichnet sich gegenüber herkömmlichen Triebzügen bei einer Konstantgeschwindigkeit von 350 km/h und 800 Passagieren mit 10,5 kWh pro Sitzplatz durch einen vergleichsweise niedrigen Energieverbrauch aus. Weitere Eigenschaften sind ein ganzheitliches Energiemanagement und innovativer Leichtbau, eine geringe Lärmentwicklung durch exzellente Aerodynamik und mechatronische Fahrwerke, eine angenehme Klimatisierung durch eine innovative Luftführung und Temperierung und ein zukunftsweisendes Innen- und Außendesign mit einem optimierten Fahrgastfluss. Damit kann insgesamt die ökologische Bilanz von Eisenbahnfahrzeugen deutlich weiter verbessert werden. ■



Joachim Winter, Dr.-Ing.
Projektleiter Next Generation Train (NGT), Institut für Fahrzeugkonzepte, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart
joachim.winter@dlr.de